

# PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET

Patentavdelningen



# 4

## Intyg Certificate

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

*This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.*

(71) Sökande Volvo Teknisk Utveckling AB, Göteborg SE  
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer 0001587-5  
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 2000-05-02  
Date of filing

Stockholm, 2002-11-15

För Patent- och registreringsverket  
For the Patent- and Registration Office

Hjärdís Segerlund

Avgift  
Fee 170:-

111047 PA  
2000-04-28

5 TITEL:

Anordning och förfarande för reduktion av en gaskomponent i en avgasström från en förbränningsmotor.

TEKNISKT OMRÅDE:

10 Den föreliggande uppfinningen avser en anordning för reduktion av en gaskomponent i en avgasström från en förbränningsmotor. Denna motor är inrättad för drift med mager luft/bränsleblandning och innefattar ett avgasrör för transport av nämnda avgasström från motorn. Uppfinningen är  
15 i synnerhet avsedd för reduktion av skadliga emissioner i nämnda avgasström. Uppfinningen avser också ett förfarande för sådan reduktion av en gaskomponent, samt en separationsenhet avsedd att utnyttjas vid sådan reduktion.

20 TEKNIKENS STÅNDPUNKT:

I samband med fordon som drivs med hjälp av förbränningsmotorer finns ett generellt krav på låga utsläpp av skadliga ämnen i avgaserna från motorn. Dessa ämnen utgörs främst av föroreningar i form av kväveoxidföreningar ( $\text{NO}_x$ ),  
25 kolväteföreningar (HC) och koloxid (CO). När det gäller konventionella bensinmotorer renas avgaserna med hjälp av en till avgassystemet hörande avgaskatalysator genom vilka avgaserna leds. I en s.k. trevägskatalysator av känt slag elimineras den övervägande delen av de ovannämnda skadliga  
30 föreningarna genom kända katalytiska reaktioner. För att optimera katalysatorns funktion så att den ger en så hög reningseffekt som möjligt för  $\text{NO}_x$ , HC, och CO drivs motorn i de flesta driftsfall med en stökiometrisk luft/bränsleblandning, d.v.s. en blandning där  $\lambda=1$ .

35 Vidare finns det i samband med dagens fordon ett generellt krav att i så hög grad som möjligt reducera motorns bränsleförbrukning. För detta ändamål har det på senare år tagits fram motorer med nya typer av förbränningsrum hos  
40 motorns cylindrar, i synnerhet för att kunna driva motorn

med allt magrare bränsleblandningar, d.v.s. där  $\lambda > 1$ . I en sådan motor, som normalt kallas "lean-burn"-motor (alternativt "DI-motor"), d.v.s. en direktinsprutad Otto-motor, är respektive förbränningsrum hos motorn anordnat på

5 så vis att det tillförda bränslet kan koncentreras i hög grad vid respektive tändstift. Detta driftstillstånd benämns vanligen "stratifierad" drift och medger, vid kontinuerlig körning vid lågt eller medelhögt vridmoment och varvtal hos motorn, drift med en mycket mager

10 luft/bränsleblandning, närmare bestämt upp till c:a  $\lambda = 3$ . På så vis fås en avsevärd besparing i bränsleförbrukningen vid denna typ av motor. Motorn kan också drivas i ett ytterligare, "homogent" driftstillstånd, med i huvudsak stökiometrisk blandning ( $\lambda = 1$ ) eller relativt fet blandning

15 ( $\lambda < 1$ ). Detta senare driftstillstånd föreligger normalt i körsituationer med relativt höga vridmoment och varvtal hos motorn.

Vid stratifierad drift kommer en mager avgasblandning att

20 strömma genom trevägskatalysatorn. Detta motsvarar en avgasblandning med ett syreöverskott i förhållande till vad som gäller vid  $\lambda = 1$ . Detta medför att trevägskatalysatorn inte kan utnyttjas för reduktion av  $\text{NO}_x$ -föreningarna i

25 avgaserna (på grund av att den är konstruerad för en optimal reningsförmåga vid stökiometrisk blandning). Av denna anledning uppstår då ett behov av andra anordningar och metoder för reduktion av  $\text{NO}_x$ -föreningarna. Detta behov uppstår även vid andra typer av motorer som drivs med ett syreöverskott och där  $\text{NO}_x$ -föreningar genereras under drift,

30 vilket exempelvis är aktuellt vid dieselmotorer.

För att tillhandahålla en reduktion av  $\text{NO}_x$ -föreningar från en "lean-burn"-motor kan denna förses med en kväveoxid-adsorbent (kallas även  $\text{NO}_x$ -adsorbent, eller " $\text{NO}_x$ -fälla"),

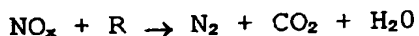
35 vilket är en i sig känd anordning för upptagning av  $\text{NO}_x$ -

föreningar i avgaserna från en förbränningsmotor. NO<sub>x</sub>-adsorbenten kan utnyttjas som ett komplement till en konventionell trevägskatalysator, antingen som en separat enhet uppströms trevägskatalysatorn eller integrerat med  
5 trevägskatalysatorn, d.v.s. tillsammans med trevägskatalysatorns katalytiska material.

NO<sub>x</sub>-adsorbenten är så beskaffad att den tar upp (adsorberar) NO<sub>x</sub>-föreningar i avgaserna om motorn drivs med  
10 en mager luft/bränsleblandning och avger (desorberar) NO<sub>x</sub>-föreningarna om motorn under en viss tidsperiod körs med en fet luft/bränsleblandning. Vidare har NO<sub>x</sub>-adsorbenten egenskapen att den endast kan adsorbera NO<sub>x</sub>-föreningar upp till en viss gräns, d.v.s. den "fylls" så småningom och når  
15 på så vis en gräns för adsorptionen. I detta läge måste NO<sub>x</sub>-adsorbenten regenereras, d.v.s. den måste fås att desorbera och således släppa ut de upplagrade NO<sub>x</sub>-föreningarna. Om då en konventionell trevägskatalysator finns anordnad nedströms en NO<sub>x</sub>-adsorbent, eller om alternativt  
20 en trevägskatalysator är integrerat utformad med en NO<sub>x</sub>-adsorbent, kan de desorberade NO<sub>x</sub>-föreningarna elimineras av trevägskatalysatorn, förutsatt att den senare har uppnått sin tändtemperatur.

25 I enlighet med känd teknik kan en NO<sub>x</sub>-adsorbent regenereras genom att den avgasblandning som strömmar genom NO<sub>x</sub>-adsorbenten görs relativt fet under en viss tidsperiod, av storleksordningen några sekunder. I praktiken görs detta genom att motorn under denna tidsperiod drivs i det  
30 ovannämnda homogena driftstillståndet, varvid motorn således drivs med en relativt fet luft/bränsleblandning. Genom denna "feta puls" genereras ett överskott av CO- och H<sub>2</sub>-molekyler som verkar som ett reduktionsmedel som i sin tur reagerar med NO<sub>x</sub>-föreningar enligt följande:

35



- där R schematiskt anger det aktuella reduktionsmedlet. På så vis kan en stor del av  $\text{NO}_x$ -föreningarna i
- 5 avgasströmmen elimineras genom omvandling till molekylärt kväve, koldioxid och vatten. Därefter kan motorn åter ställas om till mager drift, varigenom  $\text{NO}_x$ -adsorbenten tar upp  $\text{NO}_x$ -föreningar under en viss tid som löper fram till att en ny regenerering blir nödvändig.
- 10 Enligt vad som beskrivits ovan reduceras således  $\text{NO}_x$ -föreningarna med hjälp av ett reduktionsmedel som tas från motorns eget bränsle, d.v.s. det genereras i motorn under den korta tidsperiod under vilken motorn drivs
- 15 under feta förhållanden. Enligt känd teknik utnyttjas vidare en styrenhet med en lämplig strategi för växling av förbränningsmotorn mellan homogen och stratifierad drift i beroende av huruvida en  $\text{NO}_x$ -regenerering är nödvändig samt i beroende av motorns driftstillstånd i övrigt, t.ex. i
- 20 beroende av aktuellt gaspådrag och motorvarvtal.
- Fastän det ovan beskrivna förloppet för regenerering av en  $\text{NO}_x$ -adsorbent i princip fungerar tillfredsställande är det behäftat med vissa nackdelar. Det kan t.ex. noteras
- 25 att det faktum att motorn måste drivas med en fet avgasblandning för regenerering av  $\text{NO}_x$ -adsorbenten kräver en noggrann styrning av motorns driftstillstånd, särskilt för växling mellan fet respektive mager drift. Dessutom medför regenereringen att ett överskott av bränsle
- 30 tillförs motorn under den feta pulsen. Detta leder i sin tur till att motorns bränsleförbrukning påverkas i negativ riktning.
- En ytterligare nackdel med känd teknik för regenerering
- 35 av en  $\text{NO}_x$ -adsorbent genom tillförsel av reduktionsmedel är att en stor del av reduktionsmedlet reagerar med de

syremolekyler som föreligger i avgasströmmen. De HC-, H<sub>2</sub>- eller CO-molekyler i avgasströmmen som skulle kunna reagera med NO<sub>x</sub>-föreningar i avgaserna och bilda ofarligt N<sub>2</sub> reagerar alltså i stället till stor del med syremolekyler i avgaserna. Detta försämrar verkningsgraden för processen.

Ett annat känt sätt att reducera NO<sub>x</sub>-föreningar är att till det aktuella gasflödet tillföra ett reduktionsmedel i form av ammoniak/urea (s.k. SCR-teknik). En nackdel med denna metod är att den kräver särskilda arrangemang för förvaring och tillförsel av ammoniak/urea, samt att en NO<sub>x</sub>-reduktion med denna teknik endast medges inom ett visst temperaturintervall, närmare bestämt av storleksordningen c:a 300-500° C.

Ett ytterligare känt sätt att reducera NO<sub>x</sub>-föreningar i motoravgaser är att utnyttja ett s.k. EGR-system (Exhaust Gas Recirculation), varvid en viss andel av avgaserna från motorn återförs till motorns inlopp.

Ett ytterligare känt sätt att reducera NO<sub>x</sub>-föreningar i motoravgaser är att utnyttja zeolitstrukturer med porer av två olika storlekar (s.k. "dual pore size"-teknik). I ett sådant fall kommer exempelvis NO-molekyler i en gasström som passerar zeolitstrukturen att omvandlas till NO<sub>2</sub>-molekyler i porerna av den mindre storleken, varefter dessa NO<sub>2</sub>-molekyler reagerar med ett reduktionsmedel, t.ex. en HC-förening, i porerna av den större storleken. Genom den sistnämnda reaktionen bildas då N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> och H<sub>2</sub>O.

Även andra HC-baserade system kan utnyttjas för NO<sub>x</sub>-reduktion, t.ex. ett system baserat på en aluminiumoxid (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) till vilken silveratomer har tillförts. I en sådan struktur kan då en HC-förening tillföras samtidigt som en gasström innehållande NO<sub>x</sub>-föreningar får passera nämnda

struktur. Detta resulterar i en minskning av NO<sub>x</sub>-föreningarna i gasströmmen.

REDOGÖRELSE FÖR UPPFINNINGEN:

5 Ett ändamål med den föreliggande uppfinningen är att tillhandahålla en förbättrad reduktion av en gaskomponent, i synnerhet en NO<sub>x</sub>-förening, i en avgasström från en förbränningsmotor, vid vilket ovannämnda problem och nackdelar elimineras. Detta  
10 ändamål uppnås medelst en anordning, vars kännetecknande särdrag framgår av efterföljande patentkrav 1, samt en anordning vars kännetecknande särdrag framgår av efterföljande patentkrav 11. Ändamålet uppnås även medelst en separationsenhet, vars kännetecknande särdrag  
15 framgår av efterföljande patentkrav 21. Ändamålet uppnås också medelst ett förfarande, vars kännetecknande särdrag framgår av efterföljande patentkrav 22, samt ett förfarande vars kännetecknande särdrag framgår av efterföljande patentkrav 34.

20 Enligt en första utföringsform avser uppfinningen en anordning för reduktion av en gaskomponent i en avgasström från en förbränningsmotor som är inrättad för drift med mager luft/bränsleblandning, innefattande ett  
25 avgasrör för transport av nämnda avgasström från motorn. Anordningen innefattar en separationsenhet anordnad längs avgasröret, vilken separationsenhet innefattar en väggstruktur av material som medger separation av nämnda gaskomponent från nämnda avgasström genom en selektiv  
30 passage av nämnda gaskomponent från avgasströmmen framför andra gaskomponenter i avgasströmmen.

Enligt denna första utföringsform av uppfinningen tillförs företrädesvis ett reduktionsmedel för katalytisk  
35 reduktion av den aktuella gaskomponenten, t.ex. en NO<sub>x</sub>-förening. Nämnda väggstruktur medger en selektiv passage

av den aktuella gaskomponenten från avgasströmmen framför andra gaskomponenter i avgasströmmen. Gaskomponenten reagerar då katalytiskt med reduktionsmedlet efter (eller under) dess passage genom väggstrukturen. Härigenom  
5 uppnås ett flertal fördelar. Främst kan noteras att den tillåter att bilens eget bränsle används som reduktionsämne samtidigt som reduktionen av  $\text{NO}_x$ -föreningar kan ske kontinuerligt vid magerdrift av den aktuella motorn.

10 Dessutom fås i anslutning till den ovannämnda väggstrukturen en katalytisk reaktion för den ovannämnda reduktionen. Detta innebär att reduktionsmedlet kommer att reagera främst med  $\text{NO}_x$ -molekyler i avgasströmmen (i  
15 stället för att slösas bort genom att reagera med syremolekyler). På så vis undertrycks reaktionen med syre, vilket är en fördel.

En särskild fördel med nämnda utföringsform hänför sig  
20 till det faktum att reduktionsmedel som inte har reagerat med någon gaskomponent i avgasströmmen kan ledas tillbaks in i motorn. För detta ändamål innefattar separationsenheten ett utlopp som är förbundet med motorns inlopp. Detta påverkar bränsleåtgången - d.v.s.  
25 åtgången av reduktionsmedel för reduktionen av  $\text{NO}_x$ -föreningar - i positiv riktning.

Även en viss mängd  $\text{NO}_x$ -föreningar som passerar genom  
nämnda väggstruktur utan att reagera med reduktionsmedlet  
30 kan återföras till insugssidan hos motorn.

Enligt en andra utföringsform av uppfinningen tillförs  
inget reduktionsmedel till separationsenheten. Istället  
utnyttjas uppfinningen då för återföring av nämnda  
35 gaskomponent till motorns inlopp efter avskiljning i separationsenheten. På så vis förhindras att den



återförda gaskomponenten släpps ut i den omgivande atmosfären.

- 5 Enligt en tredje utföringsform avser uppfinningen en anordning för reduktion av en första gaskomponent i en avgasström från en förbränningsmotor som är inrättad för drift med mager luft/bränsleblandning, innefattande ett avgasrör för transport av nämnda avgasström från motorn. Anordningen innefattar en separationsenhet anordnad längs
- 10 avgasröret, vilken separationsenhet innefattar en väggstruktur av material som medger separation av en andra gaskomponent från nämnda avgasström genom en selektiv passage av nämnda andra gaskomponent framför
- 15 andra gaskomponenter i avgasströmmen, samt att separationsenheten innefattar ett utlopp förbundet med motorns inlopp via en ledning, för återföring av nämnda andra gaskomponent till inloppet efter avskiljning från nämnda avgasström.
- 20 Enligt nämnda tredje utföringsform av uppfinningen kan en komponent i form av vatten separeras ur avgasströmmen och återföras till insugssidan på motorn. Detta bidrar till en sänkning av halten av  $\text{NO}_x$ -föreningar som bildas i motorn. På så vis fås med uppfinningen en "selektiv EGR-
- 25 funktion" med återföring av vatten som avskiljs ur avgaserna i nämnda väggstruktur. En fördel med detta arrangemang är att inget extra vatten behöver tillföras motorn för minskning av  $\text{NO}_x$ -föreningar, utan istället utnyttjas den mängd vatten som finns i avgasströmmen ut
- 30 från motorn.
- Enligt en fjärde utföringsform av uppfinningen kan den utnyttjas i samband med en förbränningsmotor av den typ som innefattar ett turboaggregat. Genom att i synnerhet
- 35 återföra vatten (som avskiljts från avgaserna med hjälp av den ovannämnda separationsenheten) till en punkt

uppströms en till turboaggregatet hörande kompressor och kyla detta vatten med hjälp av en laddluftkylare kan utsläppen av NO<sub>x</sub>-föreningar från motorn minskas ytterligare.

5

#### FIGURBESKRIVNING:

Uppfinningen skall i det följande närmare förklaras med hänvisning till ett föredraget utföringsexempel och de bifogade ritningarna, i vilka:

10

figur 1 är ett principellt schema som visar ett arrangemang vid vilket den föreliggande uppfinningen kan utnyttjas, enligt en första utföringsform,

15

figur 2 är en förstorad detaljvy av en separationsenhet enligt uppfinningen,

20

figur 3 är en ytterligare förstorad detaljvy av en del av separationsenheten enligt uppfinningen,

25

figur 4 är ett principiellt schema som i huvudsak motsvarar figur 1 men som visar ett arrangemang enligt en andra utföringsform av uppfinningen, och

figur 5 visar ett arrangemang enligt en fjärde utföringsform av uppfinningen.

#### FÖREDRAGNA UTFÖRINGSFORMER:

I figur 1 visas i schematisk form ett arrangemang enligt den föreliggande uppfinningen. Enligt en föredragen utföringsform är uppfinningen anordnad i anslutning till en förbränningsmotor 1 av typen "lean-burn" (kallas även DI-motor), d.v.s. en motor av typen direktinsprutad Otto-motor, där insprutningen av bränsle till motorn 1 är

35

inrättad för åtminstone två driftstillstånd med olika luft- och bränsletillförsel till motorn 1 och olika tidsförlopp för insprutning av bränsle samt för tändningen av luft-/bränsleblandningen. Närmare bestämt är motorn 1

5 företrädesvis inrättad att kunna ställas i ett "stratifierat" driftstillstånd, varvid det tillförda bränslet koncentreras i motorns respektive förbränningsrum så att motorn i vissa förutbestämda driftsfall kan drivas med en mycket mager luft/bränsleblandning, av

10 storleksordningen  $c:a \lambda=3$ . Det stratifierade driftstillståndet baseras på att bränsle sprutas in i motorn 1 så att det blandas partiellt (d.v.s. icke-homogent) med luft, varvid en litet "moln" av blandat bränsle och luft bildas. Kring denna partiella blandning finns huvudsakligen ren

15 luft. På så vis kan antändning ske av en mycket mager blandning, av storleksordningen  $c:a \lambda=3$ . Jämfört med fallet där  $\lambda=1$  tillförs då tre gånger så mycket luft med samma mängd bränsle. Med en sådan motor fås betydande bränslebesparingar jämfört med motorer som drivs med

20 stökiometrisk blandning, d.v.s. där  $\lambda=1$ . Dessutom kan motorn 1 företrädesvis ställas i ett "homogent" driftstillstånd i vissa driftsfall vid relativt höga vridmoment och varvtal hos motorn 1, varvid en stökiometrisk eller relativt fet blandning matas till

25 motorn 1. Denna blandning är då - till skillnad från vad som gäller vid det stratifierade driftstillståndet - huvudsakligen likformigt fördelad i förbränningsrummet.

Uppfinningen är inte begränsad till att utnyttjas enbart i

30 samband med "lean-burn"-motorer, utan kan även tillämpas i andra sammanhang, t.ex. i samband med dieselmotorer och andra typer av motorer som kan drivas med ett syreöverskott i förhållande till stökiometrisk blandning och där det finns ett behov av reduktion av  $\text{NO}_x$ -föreningar. I det

35 följande kommer dock uppfinningen att beskrivas med

hänvisning till en "lean-burn"-motor avsedd för bensindrift.

5 Motorn 1 matas på sedvanligt vis med inströmmande luft via ett luftinlopp 2. Vidare är motorn 1 försedd med ett antal (t.ex. fyra) cylindrar 3 samt ett motsvarande antal insprutningsanordningar 4 för bränsle. Respektive insprutningsanordning 4 är ansluten till en central styrenhet 5 via en elektrisk förbindelse 6. Styrenheten 5 är  
10 företrädesvis datorbaserad och är inrättad att på känt sätt styra bränsletillförseln till respektive insprutningsanordning 4 med bränsle från en bränsletank 7, så att en i varje ögonblick avpassad luft/bränsleblandning matas till  
15 motorn 1. Bränslet matas från bränsletanken 7 via ledningar 8 till respektive insprutningsanordning 4. För matning av bränslet till respektive insprutningsanordning 4 finns också en bränslepump 9 anordnad i anslutning till bränsletanken 7. Bränslepumpen 9 är styrbar med hjälp av styrenheten 5, som för detta ändamål är ansluten till  
20 bränslepumpen 9 via en ytterligare elektrisk förbindelse 10. Motorn 1 enligt utföringsformen är utformad enligt typen "multi-point"-insprutning, där den korrekta mängden bränsle till motorn 1 på känt sätt kan tillföras individuellt till respektive insprutningsanordning 4 genom  
25 styrning med hjälp av styrenheten 5.

30 Motorn 1 som visas i figuren är av fyrcylindrigt slag. Det skall dock noteras att figur 1 endast visar den principiella utformningen av ett motorsystem enligt uppfinningen, vilken kan utnyttjas vid motorer med olika cylinderantal och cylinderkonfigurationer.

35 Under drift av motorn 1 är styrenheten 5 generellt inrättad att styra luft/bränsleblandningen till motorn 1 så den att i varje ögonblick anpassas till aktuellt driftsförhållande. Styrningen av motorn 1 sker på i huvudsak känt sätt i

- beroende av olika parametrar som återspeglar motorns 1 och det aktuella fordonets driftstillstånd. Exempelvis kan motorstyrningen ske i beroende av aktuellt gaspådrag, motorns varvtal, mängden inmatad luft till motorn och syrekonzentrationen i avgaserna. För detta ändamål är motorn 1 försedd med exempelvis en lägesgivare 11 för fordonets gaspedal (visas ej), en varvtalsmätare 12 för detektering av motorns 1 varvtal samt en luftflödesmätare 13 för detektering av mängden inmatad luft till motorn 1, vilka samtliga är anslutna till styrenheten 5 via motsvarande elektriska anslutningar 14, 15 respektive 16. Dessutom innefattar systemet en gastrotteln 17, som företrädesvis är elektriskt styrbar och av denna anledning anordnad med en styrbar ställmotor 18 med vars hjälp gastrotteln 17 kan ställas i en viss önskad position så att en lämplig mängd luft matas in till motorn 1 i beroende av aktuellt driftsfall. Således är ställmotorn 18 ansluten till styrenheten 5 via en ytterligare anslutning 19.
- Vid drift av motorn 1 leds dess avgaser ut från cylindrarna 3 via ett grenrör 20 och vidare till ett avgasrör 21 som är anslutet till grenröret 20. Längre nedströms längs avgasröret 21 finns anordnat en särskild separationsenhet 22. Enligt vad som kommer att beskrivas i detalj nedan är separationsenheten 22 inrättad att utnyttjas vid reduktion av  $\text{NO}_x$ -föreningar i den avgasström som leds från motorn 1, genom avgasröret 21 och separationsenheten 22, och därefter vidare ut i atmosfären.
- Vidare innefattar arrangemanget enligt uppfinningen en sensor 23 för detektering av syrekonzentrationen i avgaserna. Sensorn 23 är företrädesvis av typen linjär lambdasond (men kan alternativt utgöras av en binärsond) och är ansluten till styrenheten 5 via en elektrisk anslutning 24. Sensorn 23 är företrädesvis placerad i avgasröret 21, uppströms separationsenheten 22. På ett

sätt som i sig är förut känt utnyttjas sensorn 23 för generering av en signal som svarar mot syrekonzentrationen i avgaserna. Denna signal matas till styrenheten 5 via anslutningen 24 och utnyttjas vid styrning av luft/bränsleblandningen till motorn 1.

Enligt utföringsformen tillhandahålls också en NO<sub>x</sub>-sensor 25, d.v.s. en givare som utnyttjas för att fastställa koncentrationen av NO<sub>x</sub>-föreningar i avgasströmmen. För detta ändamål är NO<sub>x</sub>-sensorn 25 anordnad i avgasröret 21, nedströms separationsenheten 22, och är ansluten till styrenheten 5 via en ytterligare elektrisk förbindelse 26. Genom en kontinuerlig detektering av koncentrationen av NO<sub>x</sub>-föreningar i avgaserna fås, enligt vad som kommer att beskrivas nedan, en möjlighet att i styrenheten 5 reglera mängden reduktionsmedel, d.v.s. en möjlighet att kontinuerligt reglera graden av reduktion av NO<sub>x</sub>-föreningar. Med hjälp av NO<sub>x</sub>-sensorn 25 ges också en möjlighet till diagnos av funktionen avseende NO<sub>x</sub>-reduktionen samt en möjlighet till kontroll av funktionen hos de ingående delarna i systemet. Även detta kommer att beskrivas mer i detalj nedan.

Som ett alternativ till vad som visas i figur 1 kan NO<sub>x</sub>-sensorn vara anordnad uppströms separationsenheten 22. Även i ett sådant fall kan den utnyttjas för styrning av den mängd reduktionsmedel som ska tillföras vid inloppet 27. Enligt ett ytterligare alternativ kan två NO<sub>x</sub>-sensorer utnyttjas, vilka då placeras framför och efter separationsenheten 22. På så vis ges en god möjlighet dels till bestämning av omsättningsgrad hos separationsenheten 22 och dels till funktionskontroll av separationsenheten 22.

Uppfinningens uppbyggnad och funktion kommer nu att beskrivas i detalj. Under stratifierad drift hos motorn 1

genereras en mager avgasblandning (d.v.s.  $\lambda > 1$ ) som strömmar genom avgasröret 21 och når separationsenheten 22. Detta motsvarar ett stort syreöverskott i avgaserna, och enligt vad som förklarats inledningsvis medför detta att de  $\text{NO}_x$ -föreningar som genereras av motorn 1 inte skulle kunna elimineras med hjälp av en konventionell trevägskatalysator. För reduktion av  $\text{NO}_x$ -föreningar i avgaserna från motorn 1 är istället separationsenheten 22 enligt uppfinningen försedd med ett inlopp 27 genom vilket ett reduktionsmedel kan matas in i separationsenheten 22. Enligt utföringsformen tillförs detta reduktionsmedel separerat från den avgasström som avges från motorn 1. Närmare bestämt tas reduktionsmedlet från fordonets eget bränsle och utgörs då exempelvis av olika HC-föreningar. För detta ändamål är inloppet 27 förbundet med en ledning 28 för matning av bränsle från bränsletanken 7. Längs ledningen 28 finns dessutom anordnat en särskild omvandlingsenhet 29 avsedd för behandling av det bränsle som matas via ledningen 28 till en form som är lämplig som reduktionsmedel i separationsenheten 22. Närmare bestämt kan omvandlingsenheten 29 innefatta en förångningsanordning för omvandling av bränsle från vätskeform till gasform. Detta gasformiga bränsle tillförs sedan separationsenheten 22 i form av ett reduktionsmedel. Alternativt kan omvandlingsenheten 29 innefatta en reformerare, för katalytisk reformering av bränsle till lämpligt reduktionsmedel i separationsenheten 22. Vidare kan omvandlingsenheten lämpligen innefatta ytterligare (ej visade) komponenter, t.ex. i form av en pump för anpassning av trycket hos reduktionsmedlet som matas till separationsenheten samt en ventil för styrning av flödet av reduktionsmedel till separationsenheten 22. Sådana ytterligare komponenter är då lämpligen styrbara via (ej visade) anslutningar till den ovannämnda styrenheten 5.

Eftersom motorn 1 enligt utföringsformen är en "lean-burn"-

motor utgörs bränslet av bensin. Uppfinningen är dock inte begränsad till denna typ av bränsle, utan kan också utnyttjas vid exempelvis dieselmotorer. Vidare kan reduktionsmedlet även utgöras av andra ämnen, t.ex. alkoholer, metanol, vätgas, etanol eller rena kolväten (enligt formeln  $C_xH_y$ ). I sådana fall tillförs reduktionsmedlet till separationsenheten 22 från en separat tank (visas ej i figur 1) som är särskilt avsedd för reduktionsmedlet ifråga.

10

Enligt vad som nu kommer att beskrivas är uppfinningen inrättad så att reduktionsmedlet reagerar med avgasströmmen i separationsenheten 22, varvid  $NO_x$ -föreningar i avgasströmmen kan elimineras. Den mängd reduktionsmedel som ej har reagerat leds tillbaks till bränsletanken 7 via ett utlopp 30 hos separationsenheten 22 och en ytterligare ledning 31 som förbinder separationsenheten 22 med motorns 1 inlopp 2. På så vis uppnås en fördel med uppfinningen i det att eventuellt överblivet och ej utnyttjat

15

reduktionsmedel återförs till motorn 1 istället för att gå förlorat. Reaktionen mellan reduktionsmedlet och avgasströmmen i vilken  $NO_x$ -föreningar reduceras framgår i detalj av figur 2, som är en förstorad och delvis uppbruten vy av ett avsnitt av det inre av separationsenheten 22.

20

Denna är inrättad med ett antal inre och från varandra skilda väggar 32 som är anordnade med utsträckning så att avgasströmmen tillåts passera genom separationsenheten 22 och ut i atmosfären. Företrädesvis är väggarna 32 anordnade med utsträckning huvudsakligen i separationsenhetens 22 längsriktning. Dessa väggar 32 definierar ett antal åtskilda, längsgående kanaler 33a, 33b. Kanalerna 33a, 33b är så inrättade att reduktionsmedlet ifråga leds längs varannan kanal 33a och att avgasströmmen leds längs kanaler 33b som är anordnade mellan de kanaler 33a genom vilka reduktionsmedlet leds. Härvid leds reduktionsmedlet och avgasströmmen i huvudsakligen motsatt riktning i

25

30

35





förhållande till varandra.

För att ytterligare underlätta transporten av bränsle från tanken 7 till separationsenhetens 22 inlopp 27 kan en bärigas tillföras till omvandlingsenheten 29, alternativt direkt till ledningen 28. En sådan anslutning från den omgivande atmosfären till omvandlingsenheten 29 visas med streckade linjer och hänvisningssiffran 28b i figur 1. Denna anslutning kan alternativt ansluta direkt till ledningen 28 som leder till separationsenheten 22. Genom att separationsenheten 22 enligt utföringsformen är ansluten till motorns 1 inlopp 2 via ledningen 31 föreligger en skillnad i tryck mellan inloppet 2 och separationsenheten 22, vilket i sin tur bidrar till ett tillräckligt drivtryck som effektivt för bärgasen tillsammans med bränslet till separationsenheten 22.

Enligt en ytterligare variant av uppfinningen kan utloppet 30 uteslutas. I ett sådant fall tillses att enbart den mängd reduktionsmedel som beräknas konsumeras vid reaktionen med NO<sub>x</sub>-föreningarna tillförs till separationsenheten 22.

Längs varannan kanal i separationsenheten 22 leds således det aktuella reduktionsmedlet, enligt vad som indikeras med pilar 34 i figur 2. Längs de mellanliggande kanalerna leds då avgaserna från motorn 1, vilket indikeras med ytterligare pilar 35. Enligt uppfinningen leds således avgaserna och reduktionsmedlet in i separationsenheten 22 längs åtskilda kanaler.

Reduktionsmedlet förs lämpligen in i separationsenheten 22 motströms i förhållande till avgasströmmen, enligt vad som framgår av figurerna. Uppfinningen är dock inte begränsad till detta. Alternativt kan reduktionsmedlet ledas in i separationsenheten längs huvudsakligen samma

riktning som avgaserna, d.v.s. medströms, eller tvärs  
strömningsriktningen hos avgaserna. Företrädesvis leds  
reduktionsmedlet in motströms i separationsenheten 22  
eftersom en lägsta koncentration av NO<sub>x</sub>-föreningar då  
5 möts av en högsta koncentration av reduktionsmedlet.

Enligt den föredragna utföringsformen är väggarna 32  
anordnade som huvudsakligen plana och parallella plattor  
med utsträckning i separationsenhetens 22 längsriktning.  
10 Uppfinningen är dock inte begränsad till en sådan  
utformning, utan väggarna kan t.ex. definieras av ett antal  
koncentriska rör, mellan vilka mellanrum definieras som  
motsvarar de ovannämnda kanalerna. En ytterligare variant  
är att utforma separationsenheten i form av en extruderad  
15 monolit med bikakestruktur där avgasströmmen och  
reduktionsmedlet matas in i varannan kanal. En fjärde  
variant är att utforma separationsenheten som en skiva  
som betraktad i en tvärsnittsvy är veckad huvudsakligen  
som ett "S".

20 Oberoende av vilken variant som väljs för att realisera  
denna första utföringsform kan sägas att den baseras på  
att avgaser och reduktionsmedel matas in i  
separationsenheten 22 längs de från varandra skilda  
25 kanalerna 33a, 33b, vilka befinner sig på ömse sidor om  
ett antal väggar 32 som tillsammans utgör en  
väggstruktur. Väggarna 32 är utformade för att styra  
avgasströmmen från motorn 1 på ett optimalt och  
strömningsmässigt korrekt sätt, samt så att  
30 reduktionsmedlet respektive avgasströmmen kan ledas in på  
varsin sida av respektive vägg 32.

Enligt uppfinningen är väggarna 32 tillverkade av ett  
material som har en selektiv adsorptionsförmåga vad  
35 beträffar diffusion (d.v.s. inträngning) in i väggarna 32  
av olika gaskomponenter som leds längs respektive kanal

33a, 33b. Företrädesvis är väggarna 32 tillverkade av ett zeolitmaterial, vilket är en i sig känd typ av material som har egenskapen att det innefattar en molekylstruktur som kan utnyttjas för att separera olika gaskomponenter i t.ex. en gasblandning i beroende av skillnader i molekylstorlek och molekylform hos dessa gaskomponenter. Närmare bestämt innefattar zeoliter en kristallstruktur i vilken finns format "porer" eller "kanaler" som är av sådana dimensioner att den ovannämnda selektiva funktionen medges.

Enligt uppfinningen kan ett lämpligt zeolitmaterial utnyttjas för att tillåta passage av  $\text{NO}_x$ -föreningar i avgasströmmen genom respektive vägg 32, medan passage av syre förhindras avsevärt. Zeolitmaterialiet tillåter också passage av reduktionsmedlet genom respektive vägg 32. Enligt den föredragna utföringsformen utnyttjas de zeolitmaterial vars molekylstruktur har en kanaldiameter som är av sådan storleksordning, c:a 5 Ångström ( $1 \text{ Ångström} = 10^{-10} \text{ m}$ ), att kväveoxidföreningar tillåts passera med relativt hög diffusionshastighet medan andra gaskomponenter, t.ex. syre, tillåts passera med relativt låg diffusionshastighet. Ett exempel på ett sådant zeolitmaterial är ZSM-5. Uppfinningen är dock inte begränsad till detta material.

Zeoliter är bara ett exempel på material som kan utnyttjas för att separera molekyler av olika storlek och form i enlighet med uppfinningen. Ett annat exempel på ett lämpligt material är s.k. SAPO (kisel, aluminium, fosfor och syre).

Med hänvisning till figur 2 kan noteras att uppfinningen medger att reduktionsmedel matas från separationsenhetens 22 inlopp (framgår ej av figur 2) och längs den ena sidan hos respektive vägg 32, medan avgaser matas från

avgasröret 21 och längs den andra sidan av motsvarande vägg 32. Väggarna 32 utgör då en membranstruktur som genom sina materialegenskaper är inrättad att medge passage med hög diffusionshastighet av gaskomponenter i avgasströmmen i riktning mot de kanaler 33a där reduktionsmedlet leds. På motsvarande sätt medger väggarna 32 passage med hög diffusionshastighet av reduktionsmedel i riktning mot de kanaler 33b där avgasströmmen leds. Däremot sker enligt en starkt begränsad diffusion av syre från avgasströmmen och genom respektive vägg 32, vilket svarar mot en relativt låg diffusionshastighet för syre. Denna fördröjning av syrets passage genom respektive vägg 32 tillhandahålls i sin tur genom att väggarna 32 består av nämnda zeolitmaterial, varvid gastransporten från såväl kanalen 33a med reduktionsmedel som kanalen 33b med avgasströmmen tvingas gå genom zeolitens porstruktur. Enligt uppfinningen kan diffusiviteten påverkas avsevärt genom att väggstrukturens 32 poläritet modifieras för att ge en långsam transporthastighet för opolära gaskomponenter som  $N_2$  och  $O_2$  medan polära gaskomponenter får en hög transporthastighet. Exempelvis kan poläriteten påverkas genom att byta ut aluminium (Al) mot kisel (Si) i zeolitens struktur. Kisel är fyrvärt och aluminium trevärt. Kisel behöver då en motjon, exempelvis  $Na^+$  eller  $H^+$ . Alternativt kan motjonen utgöras av silver ( $Ag^+$ ). Dessutom kan förhållandet Si/Al i zeoliten varieras. Vidare används lämpligen en småporig zeolit, med en porstruktur med porer som är av storleksordningen 5 Å eller mindre.

Den membranstruktur som definieras av väggarna 32 ger således en förbättrad selektivitet för reaktionen mellan  $NO_x$ -föreningarna och reduktionsmedlet jämfört med den konkurrerande reaktionen mellan syre och reduktionsmedlet. På så vis uppnås en fördel i det att

reduktionsmedlet inte i onödan slösas bort genom att reagera med syremolekyler i avgasströmmen.

De reaktioner som äger rum i väggstrukturen 32 indikeras mer i detalj i figur 3, som är en ytterligare förstorad vy av ett avsnitt A som också indikeras i figur 2. Således visas i figur 3 på ett schematiskt sätt reduktionen av NO<sub>x</sub>-föreningar i respektive vägg 32. Det är en grundläggande princip bakom uppfinningen att väggarna 32 också tjänar som katalysator för reaktionen mellan NO<sub>x</sub>-föreningar i avgasströmmen och reduktionsmedlet. Den katalytiska reaktionen sker då huvudsakligen i anslutning till ytskiktet hos respektive vägg 32, d.v.s. i det ytskikt hos respektive vägg 32 som är vänt in mot motsvarande kanal 33b för reduktionsmedel. Detta ytskikt indikeras i figur 3 med hänvisningssiffran 32b. De NO<sub>x</sub>-föreningar som leds genom respektive vägg 32 kommer att adsorberas på ytskiktet 32b, liksom även reduktionsmedlet som leds längs respektive kanal 33b. Eftersom materialet är valt på ovannämnt vis så att syre i respektive avgaskanal 33a har en låg transporthastighet igenom väggen 32 sker en selektiv inträngning av NO<sub>x</sub>-föreningar framför (t.ex.) syre. På så vis kommer syre inte att delta i reaktionen i ytskiktet 32b. Eftersom även reduktionsmedlet har en låg transporthastighet genom väggen 32 kommer det att diffundera in en mycket kort sträcka och reagera med NO<sub>x</sub>-föreningarna i ytskiktet 32b. Den reaktion som utnyttjas i membranet följer sambandet



där R är reduktionsmedlet ifråga, vilket t.ex. utgörs av HC-föreningar i motorns 1 bränsle. Andra exempel på lämpliga reduktionsmedel är vätgas (H<sub>2</sub>), kolmonoxid (CO) och ammoniak (NH<sub>3</sub>). Alltså kan konstateras att NO<sub>x</sub>-föreningarna reagerar med reduktionsmedlet och bildar

ofarligt molekylärt kväve, koldioxid och vatten.

Som ett alternativ till vad som beskrivits ovan, varvid en katalytisk reaktion ske i ytskiktet hos en väggstruktur med katalytisk funktion, kan den katalytiska funktionen tillhandahållas med hjälp av en separat katalysatorbeläggning som läggs på väggstrukturen. I denna alternativa lösning (som ej visas i figurerna) utnyttjas således ett separat ytskikt för denna funktion.

Med hänvisning åter till figur 1 visas att eventuellt överblivet reduktionsmedel, d.v.s. reduktionsmedel som inte har reagerat med någon gaskomponent i avgasströmmen, leds tillbaks till motorns insugssida via ledningen 31, varvid det transporteras med hjälp av det undertryck som råder i inloppet 2 i förhållande till i separationsenheten 22. Denna process underlättas om den ovannämnda bärgasledningen 28b utnyttjas. Alternativt kan en (ej visad) pumpanordning användas för att suga igenom reduktionsmedlet och sedan mata in det i bilens cylindrar tillsammans med övrig luft och bränsle.

Enligt en tänkbar lösning kan också det överblivna reduktionsmedlet ledas ut direkt i atmosfären, d.v.s. utan att återföras till motorn 1.

Styrenheten 5 kan utnyttjas för en reglering av mängden reduktionsmedel som matas till separationsenheten 22 med hjälp av signalen från NO<sub>x</sub>-sensorn 25 eller genom att förse styrenheten 5 med lagrade tabeller som beskriver hur den aktuella driftspunkten - vad beträffar motorns 1 aktuella last, varvtal och temperatur - producerar NO<sub>x</sub>-föreningar. I det senare fallet behövs då ingen separat NO<sub>x</sub>-sensor.

Vidare är styrenheten 5 lämpligen inrättad för beräkning

av hur effektiv NO<sub>x</sub>-reduktion är med ett visst flöde av reduktionsmedel, lämpligen genom att med hjälp av NO<sub>x</sub>-sensorn 25 detektera mängden NO<sub>x</sub>-föreningar i avgasströmmen efter separationsenheten 22, för respektive  
5 flöde av reduktionsmedel. Lämpligen kan då mängden tillfört reduktionsmedel anpassas till aktuell NO<sub>x</sub>-reduktion. Genom att utnyttja styrenheten 5 för en kontinuerlig detektering av koncentrationen av NO<sub>x</sub>-föreningar i avgaserna fås således en möjlighet till  
10 reglering av mängden tillfört reduktionsmedel.

Med hjälp av NO<sub>x</sub>-sensorn 25 ges även en möjlighet till diagnos av funktionen avseende NO<sub>x</sub>-reduktionen. Detta sker då genom att utnyttja styrenheten 5 till uppmätning  
15 av aktuell koncentration av NO<sub>x</sub>-föreningar och jämförelse av viss förutbestämda gränsvärden vid olika driftsfall hos motorn 1. I de fall gränsvärdena inte uppfylls kan konstateras att något fel föreligger i någon ingående komponent. I en sådant fall kan också styrenheten 5  
20 utnyttjas för att generera någon form av indikation, t.ex. i form av en varningslampa, som gör föraren av fordonet uppmärksam på att NO<sub>x</sub>-reduktionen inte fortlöper normalt.

25 Beräkningar har visat att den aktuella motorn 1 med huvudsakligen kontinuerlig magerdrift medger en minskning av bränsleförbrukningen med c:a 10-15% i förhållande till konventionella bensinmotorer. Av denna vinst i bränsleförbrukning försvinner c:a en procentenhet som  
30 åtgår för att tillhandahålla det ovannämnda reduktionsmedlet. Alltså fås en nettovinst på 9-14% i bränsleförbrukning i förhållande till tidigare kända motorarrangemang. Vidare har konstaterats att i det fall uppfinningen utnyttjas i samband med en dieselmotor fås  
35 en bränslebesparing som är c:a 30% lägre än vad som gäller vid konventionella bensinmotorer.

- Uppfinningen är för övrigt särskilt lämplig att utnyttja vid dieselmotorer, eftersom temperaturen hos avgaserna från en dieselmotor normalt är lägre än avgastemperaturen hos en bensinmotor och eftersom den uppfinningsenliga metoden för reduktion av  $\text{NO}_x$ -föreningar har visat sig vara särskilt effektiv vid relativt låga avgastemperaturer.
- 10 I det följande kommer en andra utföringsform av uppfinningen att beskrivas med hänvisning till figur 4, som i huvudsak motsvarar figur 1 men som inte innefattar någon tillförsel av ett reduktionsmedel. I övrigt kan noteras att samma hänvisningsbeteckningar används i figur 15 4 för de komponenter som också framgår av figur 1.

- Enligt vad som framgår av figur 4 är separationsenheten 22 förbunden med motorns 1 inlopp 2 på motsvarande sätt som den ovan beskrivna utföringsformen, d.v.s. via en ledning 31. Till skillnad från utföringsformen enligt figur 1 - i vilken ledningen 31 utnyttjas för återföring av eventuellt outnyttjat reduktionsmedel till motorn 1 - utnyttjas dock vid utföringsformen enligt figur 4 ledningen 31 för återföring av  $\text{NO}_x$ -föreningar som separerats ur motoravgaserna med hjälp av separationsenheten 22. Separationen av  $\text{NO}_x$ -föreningarna sker då på motsvarande sätt som förklarats ovan med hänvisning till figur 2 och 3, genom att separationsenheten 22 innefattar en väggstruktur av ett material som medger en selektiv passage av  $\text{NO}_x$ -föreningar framför andra gaskomponenter i avgaserna. I utföringsformen enligt figur 4 tillförs således inget reduktionsmedel, utan  $\text{NO}_x$ -föreningar i avgaserna kommer att avskiljas från avgaserna i separationsenheten 22 och återföras till motorn 1 via ledningen 31 istället för att släppas ut till den omgivande atmosfären.



Vidare utnyttjas företrädesvis en anslutning 28b för en bärgas, lämpligen luft från den omgivande atmosfären, som då förs in till separationsenheten 22. Denna bärgas kommer då att driva de av separationsenheten 22 avskilda  $\text{NO}_x$ -föreningarna tillbaks till motorn 1, via återföringsledningen 31.

Enligt en tredje utföringsform av uppfinningen utnyttjas ett arrangemang som i huvudsak motsvarar vad som visas i figur 4. Inte heller vid denna tredje utföringsform utnyttjas någon tillförsel av reduktionsmedel. Vidare är separationsenheten enligt denna tredje utföringsform utformad med en väggstruktur av ett material som medger en selektiv passage av vatten i avgaserna som strömmar ut från motorn och genom separationsenheten 22. För detta ändamål kan materialet i väggstrukturen lämpligen utgöras av ZSM-5, men även andra material är tänkbara.

Det är i sig förut känt att tillförsel av vatten till en förbränningsmotor minskar genereringen av  $\text{NO}_x$ -föreningar i motorn. Denna princip utnyttjas vid denna tredje utföringsform på så vis att en viss mängd vatten separeras ur avgasströmmen i separationsenheten och därefter återförs till motorns 1 luftinlopp 2, via en återföringsledning 31 som är avsedd för vattenåterföring.

I figur 5 visas en fjärde utföringsform av uppfinningen. Figur 5 är ett något förenklad principalschema över ett motorsystem som i huvudsak motsvarar vad som beskrivits ovan men som är avsedd för en motor 1 som är utrustad med ett i sig känt turboaggregat 36, vilket i sin tur innefattar en avgasdriven turbin 37 och en kompressor 38 med vars hjälp inströmmande luft komprimeras. För detta ändamål är turbinen 37 och kompressorn 38 på känt sätt arrangerade på en gemensam axel 39, varvid kompressorn 38

drivs av turbinen 37, vilken i sin tur drivs av de från motorn 1 strömmande avgaserna. Dessutom innefattar detta system företrädesvis en laddluftkylare 40, en s.k. "intercooler", med vars hjälp den genom kompressorn 38 och till motorn 1 matade luften kan kylas.

Enligt vad som framgår av figur 5 är motorn 1, via dess avgasrör 21, förbunden med en separationsenhet 22 av motsvarande typ som beskrivits ovan. Avgaserna från motorn 1 matas genom avgasturbinen 37 och vidare genom separationsenheten 22. På ett sätt som har beskrivits ovan är separationsenheten 22 inrättad att separera en viss avgaskomponent - i detta fallet vatten - ur de strömmande avgaserna. Denna vattenåterföring sker enligt utföringsformen till en punkt uppströms turboaggregatets 36 kompressor 38, via en ledning 31 som förbinder separationsenheten 22 med motorns 1 inlopp 2. På så vis kan vatten separeras ur avgaserna och återföras till insugssidan på motorn 1. Detta bidrar till att sänka halten av  $\text{NO}_x$ -föreningar som bildas i motorn. Alternativt kan också vattenåterföringen ske till en punkt nedströms kompressorn 38.

Till skillnad från konventionella EGR-system fås således genom uppfinningen en "selektiv EGR-funktion", där inget extra vatten behöver tillsättas. Istället utnyttjas den andel vatten som förekommer i avgaserna.

Vattnet som återförs från avgasströmmen kan antingen vara gasformigt eller vätskeformigt. I det senare fallet fås en förbättrad funktion genom den ovannämnda kylanordningen 40, vilken då utnyttjas för nedkylning av det vatten som då återförs till motorn 1. Det kan konstateras att genereringen av  $\text{NO}_x$ -föreningar i motorn 1 i princip minskar ju större mängd vatten som återförs till inloppet 2. Det kan särskilt konstateras att efter

mättnad av vattnet ges en proportionellt sätt högre sänkning av NO<sub>x</sub>-genereringen jämfört med fallet där mättnad inte föreligger.

- 5 Uppfinningen är inte begränsad till ovan beskrivna och på ritningarna visade utföringsexempel, utan kan varieras inom ramen för de efterföljande patentkraven. Exempelvis kan uppfinningen utnyttjas vid både bensen- och dieselmotorer, eller andra tillämpningar där det är  
10 önskvärt med reduktion av NO<sub>x</sub>-föreningar i en motor som drivs med ett syreöverskott i avgaserna. I princip kan uppfinningen tillämpas även i andra sammanhang där en reduktion av en viss gaskomponent, t.ex. kolmonoxid, CO, i ett gasflöde är önskvärd.

- 15 Med hjälp av uppfinningen kan en NO<sub>x</sub>-adsorbent av känt slag ersättas, vilken skapar fördelar inte minst eftersom en periodvis fet drift (för regenerering av NO<sub>x</sub>-adsorbenten) inte längre blir nödvändig.

- 20 Vidare kan den uppfinningsenliga separationsenheten 22 kombineras med en separat trevägskatalysator. Alternativt kan separationsenheten 22 kombineras med t.ex. ett partikelfilter, en oxidationskatalysator eller en urea-baserad efterbehandlingsenhet.  
25

- Vidare kan uppfinningen kompletteras med någon form av kompressorordning, t.ex. placerad längs bärgasledningen 28b (jfr. figur 1 och 4), för att öka trycket på den bärgas  
30 som utnyttjas för återföring av den separerade avgaskomponenten. Detta kan vara lämpligt för att anpassa uppfinningen till att utnyttjas vid olika motortyper.

- Dessutom kan uppfinningen kompletteras med någon form av regleranordning för den tillförda bärgasen. Detta kan  
35 exempelvis realiseras med hjälp av en i sig känd

reglerventil som då kan placeras längs bärgasledningen 28b. Lämpligen är då en sådan ventil elektriskt ansluten till och styrbar med hjälp av styrenheten 5 (jfr. figur 1 och 4).

B  
L  
E  
A  
T  
O  
O  
O

111047 PA  
2000-04-28

5 PATENTKRAV:

1. Anordning för reduktion av en gaskomponent i en  
avgasström från en förbränningsmotor (1) som är inrättad  
för drift med mager luft/bränsleblandning, innefattande  
ett avgasrör (21) för transport av nämnda avgasström från  
10 motorn (1), k ä n n e t e c k n a d d ä r a v , att den  
innefattar en separationsenhet (22) anordnad längs  
avgasröret (21), vilken separationsenhet (22) innefattar  
en väggstruktur (32) av material som medger separation av  
nämnda gaskomponent från nämnda avgasström genom en  
15 selektiv passage av nämnda gaskomponent framför andra  
gaskomponenter i avgasströmmen.

2. Anordning enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a d  
d ä r a v , att separationsenheten (22) innefattar ett  
20 inlopp (27) för tillförsel av ett reduktionsmedel, vilket  
separeras från den inkommande avgasströmmen med hjälp av  
nämnda väggstruktur (32), varvid separationsenheten (22)  
medger katalytisk reduktion av nämnda gaskomponent genom  
tillförsel av reduktionsmedlet.

25 3. Anordning enligt patentkrav 2, k ä n n e t e c k n a d  
d ä r a v , att separationsenhetens (22) inlopp (27), via  
en ledning (28), är ansluten till en till motorn (1)  
hörande tank (7) för motorns (1) ordinarie bränsle, varvid  
30 nämnda reduktions-medel tas från nämnda bränsle.

4. Anordning enligt patentkrav 2, k ä n n e t e c k n a d  
d ä r a v , att separationsenhetens (22) inlopp (27), via  
en ledning, är ansluten till en separat tank för nämnda  
35 reduktionsmedel.

5. Anordning enligt något av patentkrav 2-4, k ä n n e t e c k n a d d ä r a v , att separationsenheten (22) är inrättad för inmatning av nämnda reduktionsmedel motströms i förhållande till nämnda avgasström.

5

6. Anordning enligt något av patentkrav 2-5, k ä n n e t e c k n a d d ä r a v , att separationsenheten (22) innefattar ett utlopp (30) förbundet med motorns (1) inlopp (2) via en ledning (31), för matning av reduktionsmedel som ej reagerat med nämnda gaskomponent ut ur separationsenheten (22) och tillbaks till inloppet (2).

10

7. Anordning enligt patentkrav 6, k ä n n e t e c k n a d d ä r a v att nämnda inlopp (27) är förbundet med en ytterligare ledning (28b) för inmatning av friskluft som bärgas för nämnda reduktionsmedel.

15

8. Anordning enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a d d ä r a v , att separationsenheten (22) innefattar ett utlopp (30) förbundet med motorns (1) inlopp (2) via en ledning (31), för återföring av nämnda gaskomponent till inloppet (2) efter avskiljning från nämnda avgasström.

20

9. Anordning enligt patentkrav 8, k ä n n e t e c k n a d d ä r a v att nämnda inlopp (27) är förbundet med en ytterligare ledning (28b) för inmatning av friskluft som bärgas för nämnda gaskomponent.

25

10. Anordning enligt något av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a d d ä r a v , att nämnda gaskomponent utgörs av en kväveoxidförening (NO<sub>x</sub>-förening) i avgasströmmen.

30

11. Anordning för reduktion av en första gaskomponent från en förbränningsmotor (1) som är inrättad för drift med mager luft/bränsleblandning, innefattande ett

35

avgasrör (21) för transport av nämnda avgasström från motorn (1), k ä n n e t e c k n a d d ä r a v , att den innefattar en separationsenhet (22) anordnad längs avgasröret (21), vilken separationsenhet

5 (22) innefattar en väggstruktur (32) av material som medger separation av en andra gaskomponent från nämnda avgasström genom en selektiv passage av nämnda andra gaskomponent framför andra gaskomponenter i avgasströmmen, samt att separationsenheten (22) innefattar

10 ett utlopp (30) förbundet med motorns (1) inlopp (2) via en ledning (31), för återföring av nämnda andra gaskomponent till inloppet (2) efter avskiljning från nämnda avgasström.

12. Anordning enligt patentkrav 11, k ä n n e t e c k -

15 n a d d ä r a v , att nämnda andra gaskomponent utgörs av vatten.

13. Anordning enligt något av patentkrav 11 eller 12, k ä n n e t e c k n a d d ä r a v , att nämnda första

20 gaskomponent utgörs av en kväveoxidförening (NO<sub>x</sub>-förening) i avgasströmmen.

14. Anordning enligt något av patentkrav 11-13, varvid nämnda motor (1) är anordnad i anslutning till ett

25 turboaggregat (36) med en avgasdriven turbin (37) och en kompressor (38) för komprimering av till motorn (1) inmatad luft, k ä n n e t e c k n a d d ä r a v , att nämnda ledning (31) är ansluten till en punkt uppströms nämnda kompressor (38).

30 15. Anordning enligt något av föregående patentkrav, varvid motorns (1) funktion är styrbar medelst en styrenhet (5), k ä n n e t e c k n a d d ä r a v , att styrenheten (5) är inrättad för tillförsel av nämnda

35 reduktionsmedel huvudsakligen kontinuerligt under mager drift av motorn (1).

16. Anordning enligt patentkrav 15, k ä n n e t e c k -  
n a d d ä r a v , att till styrenheten (5) finns  
ansluten en NO<sub>x</sub>-sensor (25) för detektering av halten av  
5 NO<sub>x</sub>-föreningar i nämnda avgasström.

17. Anordning enligt patentkrav 16, k ä n n e t e c k -  
n a d d ä r a v , att styrenheten (5) är inrättad för  
tillförsel av nämnda reduktionsmedel i beroende av halten  
10 av nämnda NO<sub>x</sub>-förening.

18. Anordning enligt patentkrav 16 eller 17, k ä n n e -  
t e c k n a d d ä r a v , att nämnda NO<sub>x</sub>-sensor (25)  
utnyttjas vid diagnos av funktionen avseende reduktion av  
15 nämnda NO<sub>x</sub>-förening.

19. Anordning enligt något av föregående patentkrav,  
k ä n n e t e c k n a d d ä r a v , att motorn (1) är av  
typen "lean-burn".  
20

20. Anordning enligt något av patentkrav 1-18, k ä n n e -  
t e c k n a d d ä r a v , att motorn är av typen  
dieselmotor.

21. Separationsenhet (22) för reduktion av en gaskomponent  
i en gasström, k ä n n e t e c k n a d d ä r a v , att den  
innefattar en väggstruktur (32) som innefattar material som  
medger en selektiv passage av nämnda gaskomponent från  
gasströmmen framför andra gaskomponenter i gasströmmen.  
25

22. Förfarande för reduktion av en gaskomponent i en  
avgasström från en förbränningsmotor (1) som är inrättad  
för drift med mager luft/bränsleblandning, innefattande  
matning av nämnda avgasström från motorn (1) till en  
30 separationsenhet (22), k ä n n e t e c k n a t d ä r a v ,  
att det innefattar separation av nämnda gaskomponent från  
35



nämnda avgasström i en väggstruktur (32) innefattande material som medger en selektiv passage av nämnda gaskomponent framför andra gaskomponenter i avgasströmmen.

- 5 23. Förfarande enligt patentkrav 22, k ä n n e -  
t e c k n a t d ä r a v , att det innefattar:  
tillförsel av ett reduktionsmedel till ett inlopp  
(27) hos separationsenheten (22), varvid  
tillfört reduktionsmedel åtskiljs från nämnda  
10 avgasström med hjälp av nämnda väggstruktur (32), samt  
katalytisk reduktion av nämnda gaskomponent med hjälp  
av nämnda reduktionsmedel.
- 15 24. Förfarande enligt patentkrav 23, k ä n n e t e c k -  
n a t d ä r a v , att tillförseln av reduktionsmedlet sker  
från en till motorn (1) hörande tank (7) avsedd för motorns  
(1) ordinarie bränsle, varvid nämnda reduktionsmedel tas  
från nämnda bränsle.
- 20 25. Förfarande enligt patentkrav 23 eller 24, k ä n n e -  
t e c k n a t d ä r a v , att nämnda reduktionsmedel matas  
genom separationsenheten (22) huvudsakligen motströms i  
förhållande till nämnda avgasström.
- 25 26. Förfarande enligt något av patentkrav 23-25,  
k ä n n e t e c k n a t d ä r a v , att reduktionsmedel  
som ej reagerat med nämnda gaskomponent matas ut ur  
separationsenheten (22) och återförs till motorns (1)  
inlopp (2).
- 30 27. Förfarande enligt patentkrav 26, k ä n n e t e c k -  
n a t d ä r a v , att det innefattar inmatning av  
friskluft såsom bärgas för nämnda reduktionsmedel.
- 35 28. Förfarande enligt något av patentkrav 23-27,  
k ä n n e t e c k n a t d ä r a v , att nämnda

reduktionsmedel tillförs separationsenheten (22) huvudsakligen kontinuerligt under mager drift av motorn (1).

29. Förfarande enligt patentkrav 22, k ä n n e t e c k -  
5 n a t d ä r a v , att det innefattar återföring av nämnda gaskomponent till inloppet (2) via en ledning (31).

30. Förfarande enligt patentkrav 29, k ä n n e t e c k -  
10 n a t d ä r a v , att det innefattar inmatning av friskluft såsom bärgas för nämnda gaskomponent.

31. Förfarande enligt något av patentkrav 23-30, varvid  
nämnda gaskomponent utgörs av en kväveoxidförening ( $\text{NO}_x$ -  
förening) i avgasströmmen, k ä n n e t e c k n a t  
15 d ä r a v , att det innefattar detektering av halten av nämnda  $\text{NO}_x$ -förening i nämnda avgasström.

32. Förfarande enligt patentkrav 31, k ä n n e t e c k -  
20 n a t d ä r a v , att tillförseln av nämnda reduktionsmedel sker i beroende av den detekterade halten av  $\text{NO}_x$ -föreningar.

33. Förfarande enligt patentkrav 31 eller 32, k ä n n e -  
25 t e c k n a t d ä r a v , att det innefattar en diagnos av funktionen avseende reduktion av nämnda  $\text{NO}_x$ -förening.

34. Förfarande för reduktion av en första gaskomponent  
från en förbränningsmotor (1) som är inrättad för drift med  
mager luft/bränsleblandning, innefattande matning av nämnda  
30 avgasström från motorn (1) till en separationsenhet (22), k  
ä n n e t e c k n a t d ä r a v , att det innefattar  
separation av en andra gaskomponent från nämnda  
avgasström i en väggstruktur (32) innefattande material  
som medger en selektiv passage av nämnda gaskomponent  
35 framför andra gaskomponenter i avgasströmmen, samt  
återföring av nämnda andra gaskomponent till motorns



111047 PA  
2000-04-28

- 5     **SAMMANDRAG:**  
Uppfinningen avser en anordning för reduktion av en gaskomponent i en avgasström från en förbränningsmotor (1) som är inrättad för drift med mager luft/bränsleblandning, innefattande ett avgasrör (21) för  
10 transport av nämnda avgasström från motorn (1). Uppfinningen kännetecknas av att den innefattar en separationsenhet (22) anordnad längs avgasröret (21), vilken separationsenhet (22) innefattar en väggstruktur (32) av material som medger separation av nämnda  
15 gaskomponent från nämnda avgasström genom en selektiv passage av nämnda gaskomponent framför andra gaskomponenter i avgasströmmen. Uppfinningen avser också ett förfarande för sådan reduktion samt en separationsenheten avsedd att utnyttjas vid en sådan  
20 reduktion. Genom uppfinningen fås en förbättrad reduktion av i synnerhet NO<sub>x</sub>-föreningar från en s.k. "lean-burn"-motor.

(Figur 1)

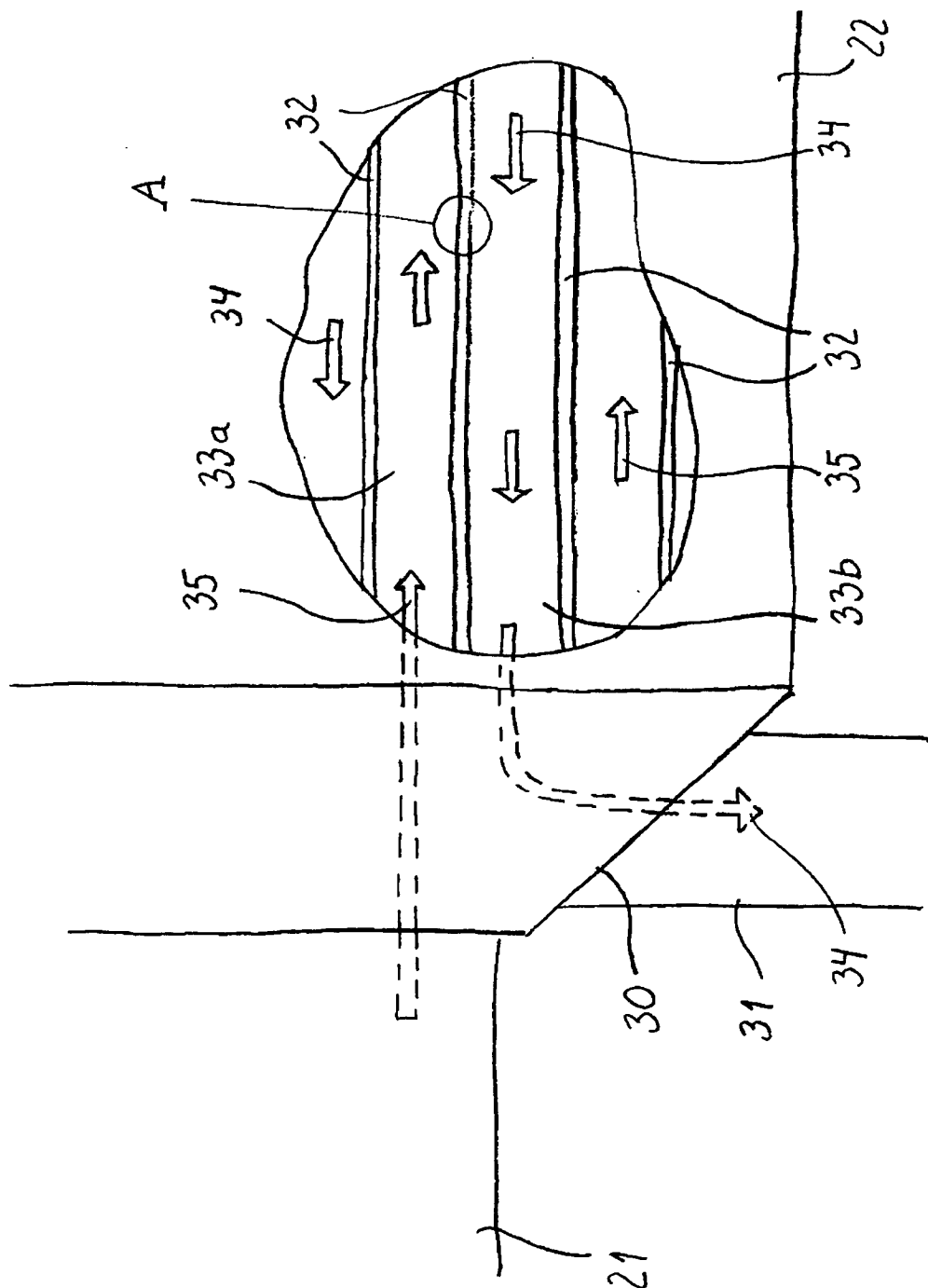
5  
10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55  
60  
65  
70  
75  
80  
85  
90  
95  
100

2



0001587-13

Fig. 2



0001587-3

Fig. 3

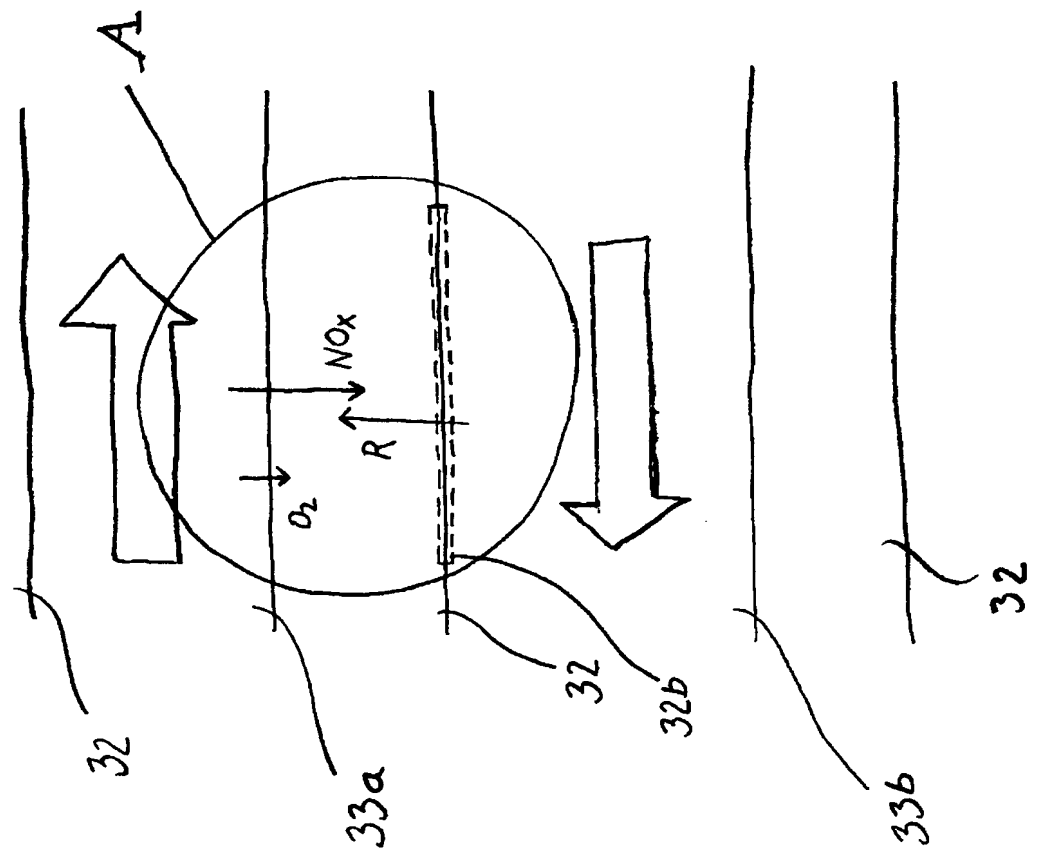






Fig. 5

